مقایسه اثر پوشش نانو کامپوزیت کیتوسان- رس و پوشش واکس- قارچ کش بر برخی از خواص فیزیکی پرتقال تامسون ناول طی انبارداری کوتاه مدت

علیرضا ترابی مزرعه ملکی [1]، سید جعفر هاشمی [2]

1- دانشجوی مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری. 2- گروه مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

چکیده:

در این تحقیق به بررسی و مقایسه اثر پوشش های خوراکی نانوکامپوزیت کیتوسان- رسو شیمیایی واکس- قارچ کش بر تغییرات خواصفیزیکی پرتقال تامسون شامل درصد کاهش وزن، رطوبت پوست، ضخامت پوست و ابعاد میوه‌ها درمدت انبارداری می پردازیم. طرحفاکتوریلکاملتصادفی با32 تکرار،طی یک دوره 40 روزه انبارداری در دمای $6°C$ و رطوبت نسبی 85-90 درصد مورد استفادهقرار گرفت.بر اساس نتایج بدست آمده، هر سه عامل زمان انبارداری، نوع پوشش و اثر متقابل آن‌ها بر مقادیر رطوبت پوست نمونه‌های پرتقال به ترتیب در سطوح 0/1، 1 و 5 درصد معنی‌دار می‌باشند.عامل‌های زمان انبارمانی و پوشش، به ترتیب در سطح احتمال 0/1 و 1 درصد،بر درصد کاهش وزن نمونه‌ها معنی‌دار بوده است امااثرات متقابل پوشش-زمان انبارمانی بر این شاخص معنی‌دار نبوده‌است.بیشترین مقادیر کاهش وزن متعلق به نمونه‌های نانوکامپوزیت 3 درصد با 3/91 و پس از آن به ترتیب نمونه‌های نانوکامپوزیت 2 درصد رس، بدون پوشش، نمونه واکس و نانوکامپوزیت1 درصد به ترتیب با 3/98، 4/24، 4/32 و 5/27 درصد قرار می‌گیرند. عامل زمان انبارداری، نوع پوشش و اثر متقابل آنها به ترتیب در سطح احتمال 0/1، 0/1 و 5 درصد بر کاهش مقادیر حجم میوه تأثیرمعنی‌دار داشته‌اند. در مجموع پوشش نانو کامپوزیت 3 درصد رس مشابه تیمار بدون پوشش در دوره کوتاه مدت بهترین عملکرد را داشته است.

کلمات کلیدی: پرتقال، انبارداری، نانوکامپوزیت، کیتوسان- رس

مقدمه:

طبق آمار فائو، سالانه حدود 43/5 درصد محصولات کشاورزی اساسی در کشورهای غیر توسعه یافته در اثر آفات، بیماری‌ها، علف‌های هرز، خشکسالی و در مرحله پس از برداشت از بین می‌رود. مرکبات جزو میوه های گرمسیری و نیمه گرمسیری است (یحیی زاده، 1385). مرکبات به طور گسترده به عنوان یک گروه از گونه های مختلف تولید شده و در بیش از 80 کشور در حال رشد است (Chang, ۱۹۹۲).میزان تولید مرکبات در ایران نزدیک به 4022256 تن در سال 2009 میلادی بوده و رتبه هفتم جهانی را داراست. استان مازندران با 45 درصد سطح زیر کشت و 47 درصد میزان تولید در بالاترین سطح تولید مرکبات کشور قرار دارد(Fao, ۲۰۰۹). پیدا کردن یک روش مناسب در کاهش درصد ضایعات، سود کلانی برای کشاورزان و کشور فراهم خواهد کرد.خواص فیزیکی نقش مهمی را در کیفیت بازار پسندی دارد چرا که میوه های دارای شکل هندسی یکسان و درجه بندی شده و از طرفی با ظاهری تازه تر و شاداب تر مشتری پسند تر هستند از این رو در حال حاضر برای کاهش و کنترل فساد و افزایش عمر انبارمانی میوه‌ها، از مواد نگهدارنده شیمیایی نظیر حشره کش‌ها، قارچ کش‌ها و واکس استفاده می‌شود(Chien et al., ۲۰۰۷).متأسفانه قارچ کش‌ها، حشره کش‌ها و مواد شیمیایی دیگر برای کنترل آفات، حشرات وبیماری‌های متفاوت، برای بشریت مضراند و محیط زیست را آلوده می‌سازند. استفاده از پوشش واکس موجب تغییر اتمسفر درونی میوه و تنفس بی هوازی در آن شده و در نتیجه اتانول تولید می‌گردد(Hagenmaier and Goodner, ۲۰۰۲). از پوشش‌های معروف دیگر می‌توان به پوشش‌های خوراکی اشاره کرد که بسته بندی کنندگان مواد غذایی را قادر ساخته تا از مواد شیمیایی پر خطر استفاده نکنند. (Krochta et al ., ۱۹۹٤; Khanrui, ۱۹۹۹).ترکیب نانو کامپوزیت کیتوسان- رس

ترکیبی از رس و کیتوسان می‌باشد که رس به عنوان نانو ذرات و کیتوسان به عنوان بستر ماده نانویی به صورت محلول با آب به کار می‌رود. کیتوسان از کتین مشتق می‌شود و کتین یک بیوپلیمر است که خیلی زیاد در طبیعت یافت می‌شود. برای تولیدات تجاری از حلزون صدفدار گرفته می‌شود (Galed et al., ۲۰۰٤). از کیتوسان برای پوشش محصولاتی چون نارنگی، توت فرنگی و گیلاس استفاده شده است (Fornes et al., ۲۰۰٥; Martinez-Romero et al., ۲۰۰٦; Ribeiro et al., ۲۰۰۷). این ماده علاوه بر خوراکی بودنش، قادر است فعالیت ضد باکتری از خود نشان دهد (XU et al.,۲۰۰٥). کیتوسان با وزن مولکولی کم، تأثیر بسزایی در فعالیت‌های ضد قارچی داشته و بیشتر در حفظ کیفیت مرکبات موثر است (Chien et al., ۲۰۰٥). با کاربرد نانو رس در بیوپلیمر می‌توان موانع خوبی را در برابر نفوذ گازها و آب ایجاد کرد (Adame andBeall, ۲۰۰۹). مطالعات بسیار زیادی در مورد تأثیر نانو رس بر کاهش نفوذ اکسیژن (Lotti et al ., ۲۰۰۸) و بخار آب (Jawahar and Balasubramanian, ۲۰۰٦) گزارش شده است. بکارگیری پلیمرهای آغشته شده به نانو ذرات خاک رس در صنعت بسته بندی، موجب طولانی‌تر شدن زمان رسیدن هوا به محصولات کشاورزی شده و فساد آن را به تاخیر می‌اندازد (جهانشاهی، 1383).در این تحقیق به بررسی و مقایسه اثر پوشش های خوراکی نانوکامپوزیت کیتوسان- رس و شیمیایی واکس- قارچ کش بر تغییرات خواص فیزیکی پرتقال تامسون شامل درصد کاهش وزن، رطوبت پوست، ضخامت پوست و ابعاد میوه‌ها درمدت انبارداری می پردازیم.

مواد و روش‌ها

میوه پرتقال تامسون ناول از موسسه تحقیقات و مرکبات رامسر، ایران به طور تصادفی برداشت گردید. در زمان برداشت میوه های فاقد آسیب پوستی و زخم زدگی از بخش‌های مختلف درخت به صورت دستی چیده شدند.پوشش کیتوسان – رس برای سه تیمار متفاوت بادرصد رس 1، 2 و % 3 در ترکیب با کیتوسان 2%، بدست آمد(Casariego et al., ۲۰۰۹). پوشش واکس- قارچ کش از مرکز فروش مواد ضد عفونی واقع در رامسر تهیه شد که حاصل ترکیب 1 لیتر واکس با درصد خلوص 18% با ایمازالین 0,2% و 0,5% بود.ابعاد میوه در سه جهت ارتفاع و دو قطر عمود برهم توسط کولیس دیجیتال اندازه گیری شد. مساحت سطح از حاصلضرب مجذور میانگین هندسی قطرها در عدد پی بدست می آید(Topuz et al., ۲۰۰٥). حجم میوه به روش ارشمیدسی بدست آمد. اندازه گیری وزن میوه توسط ترازوی دیجیتال با دقت 0/01 گرم انجام شد.اندازه گیری بر روی 32 نمونه به ازای هر پوشش بدست آمد. به منظور تعیین میزان رطوبت پوست میوه، یک تکه پوست به مساحت 2 سانتی متر مربع از هر میوه جدا شده و پس از توزین به مدت 24 ساعت در آون در دمای 80°Cقرار داده شد (Singh and Reddy, ۲۰۰٦). میزان رطوبت محصول بر پایه تر برای هر نمونه محاسبه شد (عسگری اصلی ارده،1384).

طرح فاکتوریل کامل تصادفی با 32 تکرار،طی یک دوره 40 روزه انبارداری در دمای $6°C$ و رطوبت نسبی 85-90 درصد مورد استفادهقرار گرفت.

نتایج و بحث

هر سه عامل زمان انبارداری، نوع پوشش و اثر متقابل آن‌ها بر مقادیر رطوبت پوست نمونه‌های پرتقال به ترتیب در سطوح 0/1، 1 و 5 درصد معنی‌دار می‌باشند. محتوای رطوبت پوست بر پایه تر در شروع آزمایش 76/97 %بوده‌است. طبق جدول فوق مقادیر رطوبت پوست نمونه‌ها طی دوران انبارداری روند کاهشی را تجربه کرده‌اند. بیشترین مقادیر کاهش رطوبت پوست متعلق به نمونه‌های بدون پوشش با 8/5 %و پس از آن به ترتیب نمونه‌های با پوشش نانوکامپوزیت 3، 1 و 2 درصد رس و نمونه واکس با 7/9، 7/89، 5/7 و 1/55 درصد قرار می‌گیرند. بیشتر بودن رطوبت نهایی پوست میوه طی انبارداری در میوه‌های با پوشش واکس می‌تواند به دلیل قابلیت

انحلال‌پذیریبیشتر آب در این پوشش نسبت به پوشش نانوکامپوزیت کیتوسان-رس باشد (Casariego, et al. ۲۰۰۹). به بیان دیگر پوشش واکس با نفوذی که در سلول‌های پوست میوه در حین پیش‌تیمار دادن آن دارد، طی دوران انبارداری مقداری از رطوبت خارجی‌ترین لایه‌ی گوشت میوه را جذب کرده، پوست را باطراوت‌تر نگاه می‌دارد. رطوبت پوست نمونه‌های تحت پوشش نانوکامپوزیت 3 % طی دوره‌ی 40 روزه‌ی انبارداری نسبت به دو پوشش نانوکامپوزیت دیگر بهطور معنی‌داری بیشتر است.عامل‌های زمان انبارمانی و پوشش، به ترتیب در سطح احتمال 0/1 و 1 درصد بر درصد کاهش وزن نمونه‌ها معنی‌دار بوده است امااثرات متقابل پوشش-زمان انبارمانی بر این شاخص معنی‌دار نبوده‌است. مقادیر درصد کاهش وزن در طی انبارداری روندی افزایشی و معنی‌دار در سطح 5% داشته است.پوشش‌های واکس و نانوکامپوزیت 1% رس به ترتیب کمترین و بیشترین میزان معنی‌دار میانگین مقادیر درصد کاهش وزن را دارا می‌باشند هرچند این مقادیر نسبت به دیگر پوشش‌ها از جمله نمونه‌های بدون پوشش غیر معنی‌دار هستند. در مقایسه سه پوشش نانوکامپوزیت می‌توان گفت میزان درصد کاهش وزن در پوشش 1% رس تنها در 40 روزه‌ی اول انبارداری بهطور معنی‌دار نسبت به دو پوشش نانوکامپوزیت 2 و 3 درصد رس و همچنین بدون پوشش، بیش‌تر بوده. دیده شده که پوست میوه در نمونه‌های با پوشش واکس رطوبت بیشتری را نسبت به دیگر پوشش‌ها طی انبارداری دارا می‌باشند نتیجه می‌شود مقداری از رطوبت گوشت میوه از خارجی‌ترین لایه‌های میوه جذب پوست می‌شود، درنتیجه در انتهای دوره‌ی انبارمانی، میزان درصد کاهش وزن کلی میوه‌های تحت پوشش واکس کمترین میزان، اما مقدار آب میوه‌ها کمترین مقادیر را در بین پوشش‌ها دارا می‌باشند. کاهش وزن میوه در اثر انتقال آب از میان روزنه‌های پوست آن و یا تغییرات بیولوژیکی در آن اتفاق می‌افتد. میزان تنفس با عمر انبارمانی میوه‌ها رابطه معکوسی دارند اما اگر اکسیژن کافی برای ادامه سوخت و ساز به صورت هوازی موجود نباشد موجب تخمیر در میوه خواهد شد. در این حالت درصد کاهش وزن خیلی پایین خواهد بود زیرا درصد کاهش وزن به تبادل رطوبتی به محیط و میزان تنفس بستگی دارد. بنابراین پایین بودن درصد کاهش وزن در میوه با پوشش واکس نمی تواند بیانگرکیفیت مناسب این میوه باشد. هرچند پوشش‌های کیتوسان- رس دردورهنگهداری در انبار تفاوت مقدارکاهش وزن معنی‌داری با نمونه بدون پوشش ندارند در نتیجه پوشش کیتوسان- رسیک پوشش مناسب در جلوگیری از کاهش وزن میوه خواهد بود.نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد عامل زمان انبارداری، نوع پوشش و اثر متقابل آن‌ها به ترتیب در سطح احتمال 0/1، 0/1 و 5 درصد بر کاهش مقادیر حجم میوه تأثیر معنی‌دار داشته‌اند. طبق جداول روند کاهشی-افزایشی هر کدام از نمونه پوشش‌ها در طول انبارداری معنی‌دار بوده در 40 روز اول انبارداری کاهش حجم در نمونه‌ی نانوکامپوزیت 1% رس با بدون پوشش تفاوت معنی‌دار دارد و مابقی شرایط یکسانی با بدون پوشش‌داشته‌اند. بهنظر می‌رسد کاهش حجم بارز نمونه‌های تحت پوشش نسبت به نمونه‌ی بدون پوشش به دلیل خاصیت کشسانی و جمع شدگی غشاء ایجاد شده توسط پوشش‌ها خصوصاً پوشش‌های نانوکامپوزیت روی سطح میوه‌باشد. نتایج پژوهش محققین نشان داده استحکام کششی (TS) در فیلم‌های با ترکیبات مختلف کیتوسان و رس همراه با افزایش ترکیب کیتوسان، افزایش می‌یابد درحالیکه مقادیر قابلیت طویل شدن (E) کاهش می‌یابد (Butler et al., ۱۹۹٦; Rhim et al., ۲۰۰٦). همچنین مقادیر استحکام کششی در فیلم‌های کیتوسان رس، همراه با افزایش ترکیبات رس افزایش می‌یابند (Giannelis, ۱۹۹٦). دلیل دیگر می‌تواند عدم قابلیت جذب و نفوذپذیری غشاء کیتوسان-رس نسبت به رطوبت و بخار آب باشد (Casariego, et al., ۲۰۰۹) که سبب می‌شود پوست میوه رطوبت کمتری نسبت به پوشش‌های واکس و بدون پوشش داشته و خشک و جمع گردد و حجم کلی میوه را کاهش دهد. مقادیر کاهش حجم با مقادیر کاهش وزن نمونه‌ها همبستگی مثبت معنی‌دار دارند. بدان معنا که هرچه میوه‌ها مقدار کاهش وزن بیشتری داشته باشند حجم آن‌ها نیز کاهش بیشتری خواهد داشت.عامل زمان انبارداری و نوع پوشش در سطح احتمال 0/1 بر کاهش مقادیر حجم میوه تأثیر معنی‌دار داشته‌اند. اما اثر متقابل زمان-نوع پوشش تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشته‌است. مقدار مساحت سطح میوه‌ها با مقادیر کاهش حجم آن‌ها همبستگی منفی معنی‌دار

دارد یعنی هرچه نمونه‌ها میزان کاهش حجم بیشتری داشته باشند، مساحت سطح میوه‌ها کوچک‌تر خواهد بود. ابعاد نمونه‌ها روندی کاهشی را در تمامی پوشش‌ها طی انبارمانی از خود بروز می‌دهند. کمترین مساحت سطح نمونه‌ها به ترتیب متعلق به پوشش‌های نانوکامپوزیت 1% رس، واکس، نانوکامپوزیت 3 و 2 درصد رس و بدون پوشش، می‌باشد.

جدول شماره 1. آنالیز واریانس تاثیر زمان انبارداری و نوع پوشش در تغییرات کمی و کیفی پرتقال تامسون

S.O.V.	df	mean squares						
		Weight reduction (%)	Volume reduction (%)	Peel moisture wb(%)	Dimension			
					Height (mm)	Diagonal min (mm)	Diagonal max (mm)	Surface area (cm^2)
Storage period	۱	۳۵۸۰,۲۸***	۵۷۳۷,۶۱***	۸۶,۶۰***	۱۶۷۷,۱۲***	۱۸۶۸,۸۷***	۱۵۶۲,۵۴***	۱۴۱۷۷,۰۵***
coating	۴	۳۱,۷۹**	۲۵۲,۱۳***	۲۲,۰۹**	۹۴۳,۷۲***	۷۳۱,۴۳**	۸۲۰,۵۵***	۶۴۱۲,۷۰***
Storage period ×coating	۴	۱۰,۱۰ ns	۷۳,۵۰*	۱۰,۱۶*	۵۲,۵۱ ns	۵۰,۹۴ ns	۵۹,۷۶ ns	۲۳۳,۶۵ns
CV (%)		۵۳,۹۶	۹۳,۹۱	۳,۰۲	۲۰,۹۶	۲۱,۰۸	۲۱,۱۸	۲۶,۲۱

*،** و*** به ترتیب 0,1، 1 و 5 درصد معنا دار می باشد.

جدول شماره 2. مقایسه میانگین خواص فیزیکی پرتقال تامسون در زمان انبارداری

coating type	Storage period (Day)	Weight reduction (%)	Volume reduction (%)	Peel moisture wb (%)	Dimension			
					height	Diagonal min	Diagonal max	Surface area (cm^2)
Without coating	۰	۰ a	۰,۰۰ a	۷۶,۹۷ a	۶۵,۰۹ a	۶۶,۰۶ a	۶۷,۰۴ a	۱۳۷,۷۶ a
	۴۰	۴,۲۴ b	۷,۲۵ a	۷۶,۹۷ a	۶۱,۵۸ a	۶۲,۸۷ a	۶۴,۱۱ a	۱۲۷,۹۲ b
Wax	۰	۰ a	۰,۰۰ a	۷۶,۹۷ a	۶۳,۱۷ a	۶۴,۹۶ a	۶۵,۹۶ a	۱۳۱,۹۶ a
	۴۰	۴,۳۲ b	۷,۸۲ b	۷۷,۶۶ a	۵۵,۱۹ b	۵۷,۱۹ b	۵۷,۸۱ b	۱۱۲,۰۳ b
Nanocomposite with ٪۱ clay	۰	۰ a	۰,۰۰ a	۷۶,۹۷ a	۶۰,۷۴ a	۶۲,۴۰ a	۶۳,۵۲ a	۱۲۲,۱۴ a
	۴۰	۵,۲۷ b	۱۰,۵۴ b	۷۳,۴۹ a	۵۴,۹۲ b	۵۷,۲۳ b	۵۸,۰۴ b	۱۰۸,۳۹ b
Nanocomposite with ٪۲ clay	۰	۰ a	۰,۰۰ a	۷۶,۹۷ a	۶۳,۲۸ a	۶۴,۶۲ a	۶۵,۷۵ a	۱۳۱,۵۶ a
	۴۰	۳,۹۸ b	۸,۲۱ b	۷۳,۵۷ a	۶۱,۷۳ a	۶۳,۵۴ a	۶۴,۶۹ a	۱۲۶,۵۲ a
Nanocomposite with ٪۳ clay	۰	۰ a	۰,۰۰ a	۷۶,۹۷ a	۶۳,۷۸ a	۶۴,۷۶ a	۶۵,۵۸ a	۱۳۱,۸۵ a
	۴۰	۳,۹۱ b	۷,۰۹ b	۷۷,۵۶ a	۵۸,۹۵ a	۶۰,۲۰ a	۶۱,۱۳ a	۱۲۰,۷۹ b

حروف مشابه از نظر آماری معنی دار نیستند. مقایسه بین زمان های انبارداری در هر پوشش می باشد.

نتیجه گیری:

در 40 روز اول انبارداری نمونه‌های شاهد در خصوصیات فیزیکی بهتر از نمونه‌های پوشش‌دار بوده‌اند اما در میان نمونه‌های پوشش‌دار، میوه‌های پوشش داده شده با نانوکامپوزیت 3% رس بهترین عملکرد را داشته‌اند و پس از آن به ترتیب پوشش نانوکامپوزیت 2% رس،

واکس و نانوکامپوزیت 1% رس قرار می‌گیرند.گرچه میزان کاهش وزن در واکس کمترین میزان بوده اما این پوشش بدلیل کیفیت درونی پایین میوه‌ها نمی‌تواند گزینه مناسبی تلقی گردد.

منابع

جهانشاهی، م. 1383، دسته بندی کاربردی فناوری نانو در شاخه بیوتکنولوژی. قابل دسترسی در سایت http://www.irannano.org

عسگری اصلی ارده، ع. 1384. تکنولوژی پس از برداشت غلات، حبوبات، میوه‌جات و سبزیجات (تألیف آمالند و چاکراورتی). موسسه فرهنگی و انتشاراتی یاوران، 464 ص.

یحیی زاده، م. 1385. بررسی چند اسانس در افزایش عمر پس از برداشت میوه های پرتقال رقم تامسون ناول و والنسیا. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، ص 30-1.

Adame, D. and Beall, G. W. ۲۰۰۹. Direct measurement of the constrained polymer region inpolyamide/clay nanocomposites and the implications for gas diffusion. *Applied Clay Science*, ٤٢:٥٤٥–٥٥٢.

Butler, B. L., Vergano, P. J., Testin, R. F., Bunn, J. M., & Wiles, J. L. (١٩٩٦). Mechanical and barrier properties of edible chitosan film as affected by composition and storage. *Journal of Food Science*, ٦١(٥) , ٩٥٣–٩٦١.

Casariego, A., Souza, B. W. S., Cerqueira, M. A., Teixeira, J. A., Cruz, L., Dı´az, R. and Vicente, A. A. (٢٠٠٩). Chitosan/clay films' properties as affected by biopolymer and clay micro/nanoparticles' concentrations. *Journal of Food Hydrocolloids*, ٢٣, ١٨٩٥-١٩٠٢.

Chien, P. J., Sheu, F. and Lin, H. R. ٢٠٠٧. Coating citrus (Murcott tangor) fruit with lowmolecular weight chitosan increases postharvest quality and shelf life. *Food Chemistry*,١٠٠: ١١٦٠–١١٦٤.

FAO. ٢٠١٠. *Citrus fruit – fresh and processed, annual statistics*, ٢٠٠٩. Commodities and Trade Division, FAO of the UN, Rome.

Fornes, F., Almela, V., Abad, M. and Manuel Agusti, M. ٢٠٠٥. Low concentrations of chitosan coating reduce water spot incidence and delay peel pigmentation of Clementine mandarin fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, ٨٥: ١١٠٥–١١١٢.

Galed, G., Fernandez-Vall, M. E., Martınez, A. and Heras, A. ٢٠٠٤. Application of MRIto monitor the process of ripening and decay in citrus treated with chitosan solutions.*Magnetic Resonance Imaging*, ٢٢: ١٢٧-١٣٧.

Giannelis, E. P. (١٩٩٦). Polymer layered silicate nanocomposites. *Advanced Materials*, ٨, ٢٩–٣٥.

Hagenmaier, R.D. ٢٠٠٢. The flavor of mandarin hybrids with different coatings. *Postharvest Biol*. Technol, ٢٤: ٧٩–٨٧.

Jawahar, P. and Balasubramanian, M. ٢٠٠٦. Preparation and properties of polyesterbased nanocomposite gel coat system. *Journal of Nanomaterials*, ٤ [article ID ٢١٦٥٦].

Khanrui, K. (١٩٩٩). Edible packaging: an eco-friendly alternative to the plastics. *Indi. Food Indust.* ١٨(١) , ٣٤–٣٨.

Krochta, J.M., Baldwin, E.A., and Nisperos-Carrido, M.O. (١٩٩٤). Edible coatings and fi lms to improve food quality. Technomic Publication Co., Lancaster, PA, USA.

Lotti, C., Isaac, C. S., Branciforti, M. C., Alves, R. M. V., Liberman, S. and Bretas, R. E. S. ٢٠٠٨. Rheological, mechanical and transport properties of blown films of high density polyethylene nanocomposites. *European Polymer Journal*, ٤٤: ١٣٤٦–١٣٥٧.

Martin-Diana, A. B., Rico, D., Barat, J. M. and Barry-Ryan, C. ٢٠٠٩. Orange juices enriched with chitosan: Optimisation for extending the shelf-life. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, ١٠:٥٩٠–٦٠٠.

Martınez -Romero, D., Alburquerque, N., Valverde, J. M., Guillen, F., Castillo, S. and Valero, D. ٢٠٠٦. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatment: a new edible coating. *Postharvest Biology and Technology*, ٣٩: ٩٣–١٠٠.

Ribeiro, C., Vicente, A., Teixeira, J. A. and Miranda, C. ٢٠٠٧. Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence. *Postharvest Biology andTechnology*, ٤٤: ٦٣–٧٠.

Rhim, J., Hong, S., Park, H., & Perry, K. W. (٢٠٠٦). Preparation and characterization of chitosan-based nanocomposite films with antimicrobial activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, ٥٤, ٥٨١٤–٥٨٢٢.

Singh, K.K. and Reddy, B.S. ٢٠٠٦. Post-harvest physico-mechanical properties of orange peel and fruit. *Journal of Food Engineering*, ٧٣: ١١٢–١٢٠.

Topuz A., Topakci M., Canakci M., Akinci I., and Ozdemir F.,٢٠٠٥. Physical andnutritional properties of four orangevarieties. J. Food Eng. Res., ٦٦, ٥١٩-٥٢٣.

Xu, W.T., Peng, X.L., Luo, Y.B., Wang, J.A., Guo, X., Huang, K.L., ۲۰۰۹. Physiological and biochemical responses of grapefruit seed extract dip on ‘Redglobe’ grape. LWT – Food Sci. Technol. ٤٢, ٤٧١–٤٧٦.